



TUGAS AKHIR - TF 145565

ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PENGUKURAN VARIABEL CUACA MARITIM PADA *BUOY WEATHER TYPE II*

RICKY RC BANJARNAHOR
NRP 2413 100 107

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT.

Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - TF 145565

**ANALISIS PERFORMANSI SISTEM
PENGUKURAN VARIABEL CUACA MARITIM
PADA *BUOY WEATHER TYPE II***

**RICKY RC BANJARNAHOR
NRP 2413 100 107**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT.**

**Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - TF 145565

***PERFORMANCE ANALISYS OF MARITIME
WEATHER VARIABLE MEASUREMENT
BUOYWEATHER TYPE II***

RICKY RC BANJARNAHOR
NRP 2413 100 107

Supervisors
Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT.

Department of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ricky RC Banjarnahor

NRP : 2413100107

Jurusan : Teknik Fisika FTI – ITS

dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya berjudul ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PENGUKURAN VARIABEL CUACA MARITIM PADA *BUOYWEATHER TYPE II* adalah bebas dari plagiasi. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, Juli 2017

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ricky RC Banjarnahor', with a small 'K' mark above the first letter.

Ricky RC Banjarnahor

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PENGUKURAN
VARIABEL CUACA MARITIM PADA *BUOYWEATHER*
TYPE II

Oleh :

Ricky RC Banjarnahor
NRP. 2413 100 107

Surabaya, Juli 2017
Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing I



Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT.
NIP.196309071989031004



Ketua Departemen
Teknik Fisika FTI-ITS

Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, Ph.D
NIP.197809022003121002

**ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PENGUKURAN
VARIABEL CUACA MARITIM PADA *BUOYWEATHER*
TYPE II**



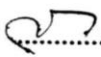
TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Instrumentasi
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Ricky RC Banjarnahor
NRP. 2413 100 107

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr.Ir. Syamsul Arifin, MT  (Pembimbing I)
2. Ir. Tutug Dhanardono, MT  (Ketua Penguji)
3. Andy Rahmadiansyah, ST, MT  (Penguji II)

SURABAYA
2017

ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PENGUKURAN VARIABEL CUACA MARITIM PADA *BUOYWEATHER* TYPE II

Nama Mahasiswa : Ricky RC Banjarnahor
NRP : 2413100107
Departemen : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT

ABSTRAK

Dengan kondisi geografisnya Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam mengembangkan wilayah perairannya, dimana banyak kegiatan yang dapat dilakukan di perairan salah satunya pekerjaan sebagai nelayan. Dalam mendukung kegiatan tersebut perlu adanya pemantauan cuaca dan kondisi air laut. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk memantau cuaca dan kondisi air laut adalah Buoy weather. Agar dapat memperoleh informasi kondisi cuaca diperlukan beberapa variabel maritime yaitu, variabel temperatur udara, variabel kelembaban udara, variabel ketinggian air laut, variabel kecepatan angin, dan variabel arah angin. Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian keandalan yang pertama performansi setiap sensor dan diperoleh hasil dengan nilai error pembacaan temperature sebesar 0.51, kelembaban sebesar 2.56, kecepatan angin sebesar 0.88, dan sensor arah angin sebesar 2.73% oleh karena itu maka performansi untuk masing-masing sensor dapat dikatakan baik. Kemudian dilakukan analisa performansi system dan diperoleh hasil dengan nilai keandalan system buoyweather sebesar 0,99 atau 99%. Sehingga dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa system pengukuran variable cuaca maritime pada buoyweather type II dapat dikatakan memiliki keandalan atau performansi yang baik.

Kata kunci : cuaca, buoyweather, sensor, performansi

PERFORMANCE ANALISYS OF MARITIME WEATHER VARIABLE MEASUREMENT BUOYWEATHER TYPE II

Name : ***Ricky RC Banjarnahor***
NRP : ***2413100107***
Department : ***Engineering Physics***
Supervisors : ***Dr. Ir. Syamsul Arifin, MT***

ABSTRACK

With its geographical condition Indonesia has a huge potential in developing its waters area where many activities can be done in waters, one of them is a job as a fisherman. In order to support these activities its need to monitor the weather and sea water conditions. One of tool that can be used to monitor weather and sea water conditions is called Buoy weather. In order to obtain information on weather conditions, some maritime variables are needed, namely, air temperature variables, air humidity variables, Wave height variables, wind speed variables and wind direction variables. In this final project conducted research performance, the first one is reliability of each sensor and obtained the results with error value of temperature readings of 0.51, humidity of 2.56, wind speed of 0.88, and wind direction sensor of 2.73% therefore the performance for each sensor can Said good or realible. Then the second one is to analize the performance of system and obtained the results with the reliability value of the system buoyweather of 0.99 or 99%. So from these results can be concluded that the system measurement of maritime weather variables on buoyweather type II can be said to have good reliability or performance.

Keywords: *weather, buoyweather, sensor, performance*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME atas rahmat dan penyertaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PENGUKURAN VARIABEL CUACA MARITIM PADA *BUOYWEATHER TYPE II***. Penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS dan Bapak Dr.Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. , selaku dosen wali penulis yang telah sabar memberikan dukungan, bimbingan, serta ilmu yang sangat bermanfaat.
2. Bapak Dr.Ir. Syamsul Arifin, MT selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Totok Ruki Biyanto,ST, MT, PhD selaku kepala Laboratorium Rekayasa Instrumentasi yang telah memberi sarana dan prasarana guna menunjang pelaksanaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika yang telah memberikan ilmu selama kuliah.
5. Seluruh Staf Jurusan Teknik Fisika yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
6. Bapak Ibu tercinta, adik-adik dan seluruh keluarga besar tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan do'a kepada penulis.
7. Teman-teman Tim *Buoyweather* yang seperjuangan dalam mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Fisika angkatan 2013 yang sama-sama berjuang dari awal masuk ke kampus perjuangan ini.

9. Teman-teman asisten Laboratorium Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol TF ITS yang menjadi teman belajar dan diskusi dalam banyak hal selama kuliah.
10. Teman-teman Naposobulung HKBP Manyar Surabaya, Teman-teman penghuni kosan KP 12 yang selalu menemani dan memotivasi penulis dalam menjalani kehidupan diperantauan dan menempuh pendidikan di Surabaya
11. Kezia Grace Monica Simatupang yang selalu memotivasi penulis selalu menjadi penyemangat dan menemani penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik lagi. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembacanya.

Surabaya, Juli 2017

Penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
ABSTRAK	xiii
ABSTRACK.....	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN	3
BAB II	5
DASAR TEORI.....	5
2.1 CUACA	5
2.2 PENGUKURAN.....	7
2.3 BUOYWEATHER	10
2.4 SENSOR.....	12
2.5 KEANDALAN	15
2.6 ARDUINO MEGA 2650.....	16
BAB III.....	19
METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 PERUMUSAN MASALAH.....	19
3.2 STUDY LITERATUR.....	20

3.3	PERANCANGAN SISTEM.....	20
3.4	PENGUJIAN SISTEM.....	21
3.5	VALIDASI DATA	21
3.6	ANALISIS PERFORMANSI SISTEM.....	22
3.7	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	23
3.8	KESIMPULAN DAN SARAN	23
BAB IV.....		25
HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	ANALISIS DATA.....	25
4.2	PEMBAHASAN	34
BAB V.....		37
PENUTUP.....		37
5.1	KESIMPULAN	37
5.2	SARAN	37
DAFTAR PUSTAKA.....		39
LAMPIRAN		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Blok Pengukuran	8
Gambar 2. 2 Buoyweather (wafi, 2014)	11
Gambar 2. 3 Sensor HTU 21D	13
Gambar 2. 4 Anemometer JL-FS2.....	14
Gambar 2. 5 JL-FS2 Wind Direction Sensor.....	15
Gambar 2. 6 Arduino Mega 2650.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Rangkaian elektrik minimum system	20
Gambar 3. 3 Tampilan Minimum system buoyweather	21
Gambar 4. 1 Hasil Pembacaan sensor HTU21D (Temperatur) ...	26
Gambar 4. 2 Hasil Pembacaan sensor HTU21D (Kelembaban)..	26
Gambar 4. 3 Hasil pembacaan Anemometer	27
Gambar 4. 4 Perbandingan Pembacaan Wind Vane dengan Bujur Derajat	28
Gambar 4. 5 Data Ekstrem Temperatur Maksimal.....	29
Gambar 4. 6 Data Ekstrem Kelembaban Minimal.....	30
Gambar 4. 7 Data Ekstrem Temperatur Minimal	30
Gambar 4. 8 Data Ekstrem Kelembaban Maksimal	31
Gambar 4. 9 Data Ekstrem Kecepatan Angin Maksimal.....	32
Gambar 4. 10 Data Ekstrem Kecepatan Angin Maksimal.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Prototype buoy weather type II.....	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi anemometer.....	13
Tabel 2. 3 Spesifikasi Wind Vane	14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Negara Indonesia disebut sebagai negara maritim karena wilayah perairannya lebih luas daripada wilayah daratannya dengan perbandingan yaitu sekitar 2/3 wilayahnya berupa perairan dan selebihnya adalah daratan. Wilayah perairan Indonesia berada diantara banyak pulau, dengan luas kurang lebih 5.193.250 km² dan terletak diantara dua benua, yaitu Benua Asia dan Benua Australia, dan berada diantara dua samudra yaitu samudra Hindia dan samudra Pasifik. Indonesia juga terdiri atas luas perairan kepulauan dan laut teritorial sebesar 3,1 juta km² dan luas Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) sebesar 2,7 juta km², serta memiliki garis pantai mencapai 80.791 km. Indonesia lebih spesifik lagi juga berbatasan langsung dengan 10 negara tetangga, baik yang bersebelahan maupun yang terpisah oleh lautan. 10 negara tetangga tersebut yaitu India, Thailand, Papua Nugini, Vietnam, Republik Demokratik Timor Leste (RDTL), Malaysia, Singapura, Filipina, Australia, dan Republik Palau.

Indonesia dengan kondisi geografis yang seperti itu memiliki potensi yang sangat besar dalam mengembangkan wilayah perairannya dimana banyak kegiatan yang terjadi di perairan. Dalam mendukung kegiatan tersebut perlu adanya pemantauan cuaca dan kondisi air laut. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk memantau cuaca dan kondisi air laut adalah *Buoy weather*. *Buoy weather* adalah suatu alat yang mengapung di laut yang berfungsi sebagai sensor untuk mengetahui cuaca. *Buoy weather* terdiri dari sensor, manajemen data, dan pengolahan data sehingga dapat dikirimkan secara wireless ke work station di darat. (Pitartyanti, 2014).

Agar dapat memperoleh informasi kondisi cuaca diperlukan beberapa variabel maritime. Variabel maritime yang dimaksud adalah variabel atau besaran-besaran yang berhubungan dengan cuaca pada daerah maritime atau perairan diantaranya, variabel

temperatur udara, variabel kelembaban udara, variabel tekanan udara, variabel kecepatan angin, dan variabel arah angin. Variabel-variabel tersebut dapat di peroleh dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan instrument yang disebut sensor. Menurut D Sharon dkk bahwa Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya.

Seperti system pada umumnya khususnya system instrument diperlukan kondisi dimana system kita dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan untuk jangka waktu tertentu, begitu juga dengan sensor, dimana diperlukan sensor yang dapat secara konsisten melakukan pengukuran pada variable yang ada dengan akurat serta pada periode waktu yang panjang atau lama. Hal seperti ini disebut dengan keandalan sebuah system. Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Jadi, semakin baik keandalan suatu sensor maka pembacaannya terhadap variabel yang di ukur akan semakin konsisten dan akurat. Dan semakin akurat pembacaan sensor maka untuk prediksi cuaca akan semakin akurat juga.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dilakukan suatu analisis performansi sensor-sensor atau yang disebut sistem pengukuran variabel cuaca maritim tersebut diatas pada *buoy weather* agar data diperoleh dengan akurat dan dalam jangka waktu yang lama atau konsisten.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang sebelumnya, maka permasalahan yang dapat diambil yaitu:

- a. Apakah sensor-sensor variable pengukuran cuaca pada buoy weather type II telah memiliki performansi yang baik?

- b. Apakah performansi dari system variable pengukuran cuaca pada buoy weather type II telah dapat dikatakan baik?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Sesuai rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui performansi masing-masing instrument pengukuran variabel cuaca maritim pada buoy weather type II
2. Mengetahui performansi system pengukuran variabel cuaca maritim pada buoy weather type II

1.4 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

- Wahana apung yang digunakan adalah Buoy weather Type II
- Variabel cuaca yang diukur adalah variabel temperature udara, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin
- Pengukuran variabel Suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor HTU 21D dan variable kecepatan dan arah angin menggunakan anemometer tipe JL-FS2 dan wind vane JL-FS2 serta mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Performansi sensor yang dimaksud adalah seberapa besar error pembacaan sensor sedangkan performansi system pengukuran variable cuaca yang dimaksud adalah keandalan system hingga mengalami kegagalan pembacaan data.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui Performansi system pengukuran variable cuaca maritim pada buoyweather type II sehingga memberikan informasi variable yang akurat untuk menghasilkan peramalan cuaca dapat dilakukan dengan baik dan akurat juga.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 CUACA

Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan pada wilayah yang relatif sempit (tidak luas) serta pada jangka waktu yang singkat. Secara lebih sederhana cuaca dapat didefinisikan sebagai keadaan udara harian pada suatu tempat tertentu dan meliputi wilayah yang sempit, keadaan cuaca ini dapat berubah setiap harinya. Cuaca terdiri dari seluruh fenomena yang terjadi di atmosfer bumi atau sebuah planet. Cuaca biasanya merupakan sebuah aktivitas fenomena dalam waktu beberapa hari. Cuaca rata-rata dengan jangka waktu yang lebih lama dikenal sebagai iklim.

2.1.1 Unsur-unsur Cuaca

Cuaca dapat terbentuk karena beberapa unsur seperti suhu/temperatur, kelembapan udara, tekanan udara, curah hujan, angin, dan awan. Berikut penjelasannya :

a. Suhu

Dengan adanya perbedaan tingkat pemanasan matahari ke permukaan bumi, sehingga menyebabkan beberapa kawasan akan memiliki perbedaan suhu atau temperatur dengan kawasan lainnya. Dari sebagian panas yang sampai ke permukaan bumi ada yang diserap dan sebagian dipantulkan. Pantulan inilah yang akan mempengaruhi suhu dikawasan tersebut. Dengan penjelasan pada kawasan dengan posisi 0-230 LU & LS akan mengalami pemanasan yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan kawasan lainnya, akibatnya suhu dikawasan tersebut cukup tinggi. Hal ini dikarenakan penyinaran yang terjadi secara tegak lurus. Sedangkan kawasan yang berada pada posisi 230-400 LU & LS memiliki suhu yang relatif sedang, dikarenakan sudut penyinaran jauh lebih rendah dibandingkan dengan kawasan dengan posisi 0-230 LU & LS. Beda lagi halnya dengan kawasan yang berada dekat dengan kutub akan bersuhu rendah dikarenakan penyinaran yang lebih miring lagi.

b. Kelembaban Udara

Pemanasan yang terjadi pada permukaan bumi, juga mengakibatkan air yang ada pada permukaan bumi, baik itu didaratkan maupun dilautan, akan mengalami penguapan dan termuat ke udara. Dan kandungan uap yang ada pada udara inilah yang dinamakan kelembaban udara. Kelembaban ini juga dapat berubah-ubah, tergantung pada pemanasan yang sedang terjadi. Semakin tinggi temperatur di suatu kawasan, maka akan tinggi pula tingkat kelembapan udara dikawasan tersebut, begitu pula sebaliknya. Hal ini terjadi karena udara yang mengalami pemanasan dan merenggang serta terisi oleh uap air.

c. Tekanan Udara

Merupakan suatu gaya yang timbul dikarenakan adanya berat dari lapisan udara. Udara sendiri merupakan kumpulan gas yang mana masing-masing memiliki massa & menempati ruang. Karena massa yang dimilikinya, udarapun memiliki tekanan. Temperatur udara di suatu kawasan akan sangat berpengaruh terhadap tekanan udara dikawasan tersebut. Jika suhu semakin tinggi, maka tekanan udara akan semakin rendah. Hal ini disebabkan udara yang hangat bersifat lebih renggang. Dan sebaliknya jika suhu semakin rendah, maka tekanan udara akan semakin tinggi dikarenakan udara yang dingin jauh lebih padat daripada udara yang panas. Jadi suhu sangat menentukan perbedaan tekanan udara pada tiap kawasan yang berbeda di muka bumi.

d. Curah Hujan

Hujan merupakan peristiwa alam yang ditandai dengan jatuhnya titik-titik air ke permukaan bumi. Terjadinya hujan diawali oleh adanya penyinaran matahari pada air laut, danau, sungai, dan lain-lain sehingga menyebabkan terjadinya penguapan. Hasil penguapan yang berupa uap air terbawa oleh angin ke tempat yang lebih tinggi. Pada ketinggian tertentu karena proses pendinginan (kondensasi) terjadilah titik-titik air yang semakin

lama semakin besar volumenya dan kemudian jatuh sebagai hujan di bumi.

e. Angin

Seperti telah kita ketahui, tekanan udara di setiap kawasan di bumi ini tidak sama. Karena adanya perbedaan tekanan udara di dua kawasan yang berbeda, maka udara yang berada di salah satu kawasan tersebut akan bergerak di kawasan lain. Udara akan bergerak dari daerah dengan tekanan udara tinggi ke daerah dengan tekanan yang lebih rendah untuk mengisi ruang. Maka udara bergerak dari daerah yang dingin ke daerah yang lebih panas. Udara yang bergerak inilah yang disebut dengan angin.

2.2 PENGUKURAN

Pengukuran adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menentukan nilai suatu besaran dalam bentuk angka. Pengukuran tidak hanya terbatas pada kuantitas fisik, tetapi juga dapat diperluas untuk mengukur hampir semua benda yang bisa dibayangkan. Seperti, tingkat ketidakpastian atau kepercayaan konsumen. pengukuran ada beberapa macam alat, yaitu *micro meter*, jangka sorong, dial indikator, *viler gauge*.

Mengukur adalah membandingkan parameter pada obyek yang diukur terhadap besaran yang telah distandarkan. Pengukuran merupakan suatu usaha untuk mendapatkan informasi deskriptif-kuantitatif dari variabel-variabel fisika dan kimia suatu zat atau benda yang diukur, misalnya panjang 1m atau massa 1 kg dan sebagainya

Secara umum sistem pengukuran dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

a. Tahap detektor – transduser

Fungsi utama tahap ini adalah mendeteksi atau merasakan adanya perubahan besaran fisik pada obyek yang diukur. Tahap ini harus kebal terhadap pengaruh lain yang tidak dikehendaki, misalnya sensor gaya tidak boleh terpengaruh oleh percepatan atau sensor percepatan linier, tidak boleh berubah oleh perubahan

percepatan sudut. Tetapi hal tersebut tidak pernah didapati secara ideal, perubahan-perubahan kecil oleh variabel lain tersebut masih dapat diterima selama masih berada dalam batasan-batasan yang diizinkan.

b. Tahap intermediat, pengkondisian sinyal

Tahap ini adalah tahap penkondisian sinyal yang dihasilkan pada tahap pertama agar dapat dinyatakan ke tahap terakhir. Perlakuan yang dilakukan pada tahap ini biasanya penyaringan, penguatan dan transformasi sinyal. Fungsi umum tahap ini adalah meningkatkan kemampuan sinyal ke level yang mampu mengaktifkan tahap akhir. Peralatan pada tahap ini harus dirancang sedemikian rupa agar sesuai dengan kondisi antara tahap pertama dan tahap terakhir.

c. Tahap pembacaan

Tahap ini mengandung informasi dalam level yang dapat disensor oleh manusia dan/atau perangkat kendali. Jika keluaran diharapkan dapat dibaca oleh manusia.

Berikut ini akan diberikan beberapa contoh peralatan menyangkut ketiga tahap diatas (Kurnianingtyas, 2015).



Gambar 2. 1 Diagram Blok Pengukuran

Sistem pengukuran memiliki beberapa parameter instrument yang perlu diperhatikan yaitu:

- Span

Span merupakan variasi maksimum pada input ataupun output. Span input suatu alat ukur adalah (Bentley, 2015):

$$Range\ Input = I_{max} - I_{min} \quad (2.1)$$

Sedangkan span output suatu alat ukur adalah:

$$\text{Range Output} = O_{\max} - O_{\min} \quad (2.2)$$

- Linearitas

Suatu alat ukur dapat dikatakan linear jika memiliki nilai masukan dan keluaran pada garis lurus. Garis lurus ideal adalah dengan menghubungkan titik minimum $A(I_{\min}, O_{\min})$ ke titik maksimum $B(I_{\max}, O_{\max})$. Linearitas dapat dirumuskan sebagai berikut (Bentley, 2015):

$$O - O_{\min} = \left[\frac{O_{\max} - O_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right] (I - I_{\min}) \quad (2.3)$$

- Akurasi

Akurasi merupakan ketepatan hasil suatu alat ukur dibandingkan dengan keadaan sebenarnya. Apabila nilai hasil pengukuran tersebut sesuai maka didapatkan hasil pembacaan alat ukur akan semakin akurat (Rizky, Arifin, & N., 2016).

- Presisi

Presisi merupakan bagian dari system pengukuran yang berfungsi untuk menampilkan sebuah data pengukuran yang sama pada pengukuran berulang (Rizky, Arifin, & N., 2016).

- Resolusi

Resolusi dapat didefinisikan sebagai suatu kejadian saat terjadi perubahan pada input tetapi tidak terjadi perubahan pada output. Resolusi (ΔI_R) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta I_R}{I_{\max} - I_{\min}} \times 100\% \quad (2.4)$$

- Toleransi

Toleransi menunjukkan besarnya *error* maksimum yang didapatkan ketika melakukan sebuah pengukuran (Rizky, Arifin, & N., 2016). Toleransi juga disebut sebagai standart deviasi yang berfungsi untuk mengetahui tingkat penyebaran data dari nilai rata-rata yang diambil setiap pengukuran.

- Range

Range berfungsi untuk mengetahui batas nilai maksimum dan minimum data dari input dan output yang dapat dihasilkan oleh alat ukur.

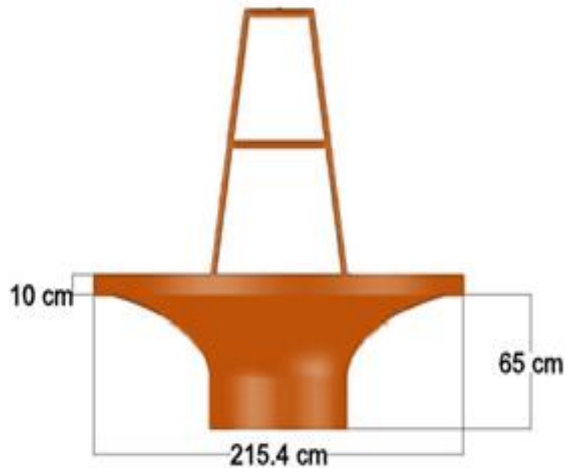
- Sensitivitas

Sensitivitas merupakan sebuah perubahan yang dihasilkan dari hasil pembacaan alat ukur dengan memberikan sejumlah variasi pembacaan dalam pengujian atau pengukuran tersebut (Bentley, 2015). Sensitivitas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (2.5)$$

2.3 BUOYWEATHER

Buoyweather merupakan sebuah alat yang mengapung di laut dan biasa digunakan untuk memonitoring cuaca maritim. *Buoyweather* biasanya dimanfaatkan untuk *early warning system*, pendukung cuaca maritim dan untuk meningkatkan keselamatan transportasi laut ataupun sebagai navigasi kapal di pelabuhan sehingga dapat mendarat dengan baik (Wafi, Arifin, & Aisjah, 2014). Umumnya *buoyweather* memberikan sebuah informasi perkiraan cuaca pada bidang maritim dengan meliputi variable yang terdiri dari kecepatan angin, temperatur udara, tekanan udara, kelembapan udara dan GPS. *Buoyweather* didesain untuk menjaga rangkaian elektrik dan sensor tidak mengalami gangguan baik itu guncangan, hujan, maupun dari air laut. Desain *buoy weather* dirancang agar dapat mengapung pada posisi yang telah ditentukan dan diberi jangkar agar tidak hanyut oleh arus laut. (Fajriyah, 2016). *Buoyweather* dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Buoyweather (wafi, 2014)

2.3.1 Prototype Buoy Weather Type II

Prototype buoy weather type II merupakan bentuk rancangan dari penelitian *buoy weather stasion* sebelumnya. Prototype ini digunakan sebagai media apung untuk penyimpanan peralatan instrument pengukur variable cuaca maritime dan juga catu daya. Untuk spesifikasi dari *Prototype buoy weather type II* dapat dilihat pada table 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Spesifikasi Prototype buoy weather type II

Nama	Quantity	Berat (Ton)	Horizontal (m)	Vertikal(m)
<i>Prototype buoy weather type II</i>	1	0.098	2.154 LCG=1.08	0.737 VCG=0.37

Dari table 2.1 diatas dapat diketahui bahwa beban maksimal yang dapat diangkat oleh prototype adalah sebesar 0.098 ton dengan tirik berat berada pada LCG=1.08 meter dan VCG=0.37 meter

2.4 SENSOR

Sensor adalah suatu komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisis menjadi besaran listrik sehingga dapat terbaca oleh rangkaian listrik. Sensor merupakan bagian dari transduser yang berfungsi untuk melakukan sensing atau merasakan dan menangkap adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari transduser, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konvertor dari transduser untuk diubah menjadi energi listrik.

Sensor yang digunakan pada penelitian ini digunakan untuk mengukur Variabel cuaca sebagai berikut:

2.4.1 Temperatur dan Kelembaban Udara

Temperatur dan kelembaban udara merupakan salah satu aspek yang digunakan dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu wilayah. Temperatur dan kelembaban udara sangat berkaitan, bila temperatur berubah maka kelembaban udara juga berubah. Temperatur udara merupakan suatu kondisi udara pada suatu tempat dan waktu tertentu. Sedangkan kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam atmosfer. Pada penelitian ini, sensor temperatur dan kelembaban udara yang digunakan adalah HTU 21D. Untuk tampilan sensor HTU 21D dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2. 3Sensor HTU 21D

Sumber : (Suryadharma, Arifin, & Rahmadiansah, 2016)

2.4.2 Kecepatan Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah yang bertekanan udara rendah. Kecepatan angin dipengaruhi oleh karakteristik permukaan yang dilaluinya. Pada penelitian ini kecepatan angin diukur menggunakan anemometer tipe JL-FS2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi anemometer

Kategori	Spesifikasi
Model/type	JL-FS2 / three cups
Output signal range	0-5V
Supply voltage	DC12-24V
Effective measurement range	0-30m/s
Connection mode	Three wires
Wiring map	VCC (Red), GND (Black), Voltage (Yellow), Current (Blue)
Weight	1Kg
System error	±3%
Working temperature	-40°C~80°C



Gambar 2. 4 Anemometer JL-FS2

2.4.3 Arah Angin

Arah angin adalah petunjuk pergerakan angin. Arah angin dinyatakan dengan arah dari mana angin datang. Pada penelitian ini arah angin diukur menggunakan sensor arah angin JL-FS2 .

Tabel 2. 3 Spesifikasi Wind Vane

Kategori	Spesifikasi
Model	JL-FS2 wind direction
Output signal range	Voltage : 0-5V Current :4-20mA
Supply voltage	DC12-24V
Connection mode	Three wires
Wiring map	VCC (Red), GND (Black), Voltage (Yellow), Current (Blue)
Weight	1Kg
System error	±3%
Working temperature	-40°C~80°C



Gambar 2. 5JL-FS2 Wind Direction Sensor

2.5 KEANDALAN

Keandalan merupakan suatu konsistensi suatu system untuk memberikan respon yang sama pada jangka waktu dan kondisi operasi tertentu. Keandalan suatu system merupakan suatu bentuk angka yang menyatakan masa pakai sistem tersebut atau disebut sebagai rata-rata waktu kegagalan (MTTF). Laju kegagalan suatu system dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (2.6)$$

Untuk mengetahui probabilitas dari suatu kegagalan maka dapat diketahui dari persamaan:

$$R(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2.7)$$

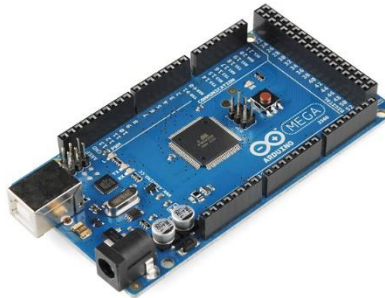
λ merupakan Failure in Time (FIT) yang diperoleh dari keandalan sensor maupun mikrokontroller yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$\lambda = \frac{\text{jumlah_kegagalan}}{\text{total_sistem_beroperasi}} \quad (2.8)$$

Analisa Weibull adalah suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan probabilitas suatu peralatan berdasarkan data yang ada. Pada dasarnya distribusi weibull dimaksudkan untuk menggambarkan keadaan optimal dari suatu komponen peralatan. Parameter-parameter distribusi weibull ditentukan dengan menggunakan suatu pendekatan untuk mengestimasi kerusakan data pada hasil grafik weibull. Adapun parameter distribusi weibull yang harus diketahui yaitu perhitungan terhadap waktu kerusakan untuk tiap peralatan pada beberapa keadaan, yang kemudian disebut dengan waktu kerusakan.

2.6 ARDUINO MEGA 2650

Arduino merupakan sebuah perangkat elektronika yang bersifat *open source* dan dapat dikatakan sebagai *platform* dari *physical computing*. *Physical computing* adalah membuat sebuah sistem perangkat fisik dengan menggunakan *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik. Arduino adalah kombinasi antara *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang digunakan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner serta meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller* (Ferdiansyah, 2015).



Gambar 2. 6 Arduino Mega 2560

Arduino mega memiliki 54 pin digital input dan output. Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (yang terputus secara *default*) sebesar 20-50 KOhm. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu:

- **Serial**
Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip FTDI USB-to-TTL Serial.
- **External Interrupt** (Interupsi Eksternal)
Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
- **PWM**
Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`.
- **SPI**
Pin ini mendukung komunikasi SPI. Sebenarnya komunikasi SPI ini tersedia pada *hardware*, tapi untuk saat belum didukung dalam bahasa Arduino.
- **LED**

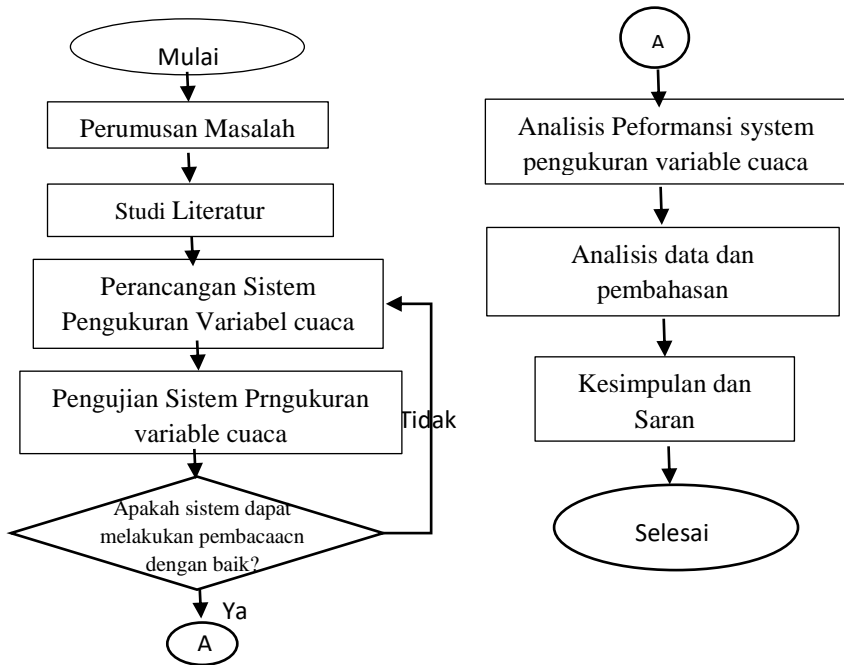
Tersedia secara *built-in* pada papan Arduino Mega. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam.

Arduino mega memiliki 16 pin sebagai input analog, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin ini dapat diukur/diatur dari mulai ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah. Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhususkan, yaitu:

- **I2C**
Mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan *wire*.
- **AREF**
Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- **RESET**
Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III menguraikan langkah-langkah alur penelitian analisis performansi sistem pengukuran variabel cuaca maritim pada *buoy weather type II*. Berikut adalah diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 PERUMUSAN MASALAH

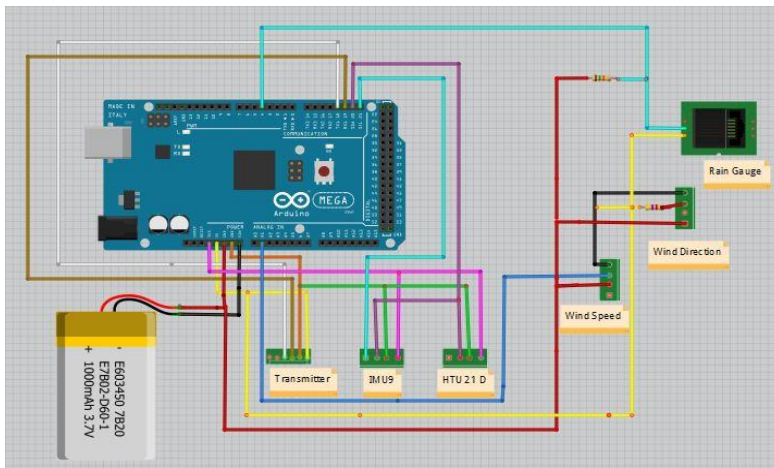
Perumusan masalah merupakan suatu gagasan atau ide terbentuknya penelitian mengenai analisis performansi sistem pengukuran variable cuaca buoyweather. Dengan adanya perumusan masalah ini digunakan untuk mendasari dan mendapatkan tujuan dari penelitian.

3.2 STUDY LITERATUR

Tahap awal setelah merumuskan masalah yakni dimulai dengan adanya studiliteratu rsebagai upaya pemahaman terhadap materi yang menunjang penelitian mengenai "Keandalan pada *Buoyweather*". Studi literatur ini dilakukan dengan mencari dan mempelajari informasi dari *e-book*, *manual book*, *jurnal* maupun *web* yang berkaitan dengan keandalan sistem pengukuran cuaca maritim.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

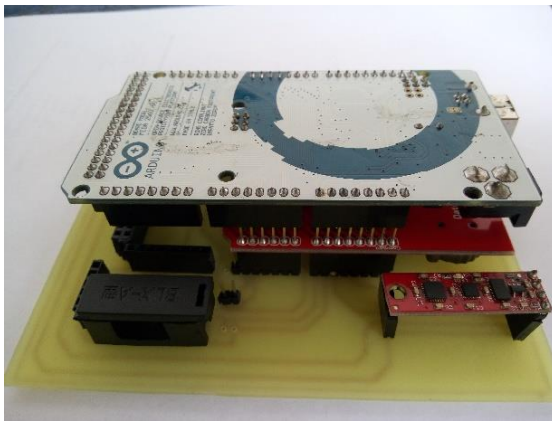
Setelah melakukan studi literatur, selanjutnya adalah melakukan perancangan system. Perancangan system ini meliputi pembuatan hardware, pemrograman arduino dan pemasangannya termasuk membuat system elektriknya



Gambar 3. 2Rangkaian elektrik minimum system

Rangkaian sistem minimum ini terdiri dari Arduino Mega 2560 sebagai prosesor dan sensor-sensor untuk memonitoring cuaca maritim. Sensor-sensor tersebut adalah sensor IMU 9 untuk mendeteksi tinggi gelombang laut, anemometer untuk mendeteksi kecepatan angin, sensor arah angin, sensor curah hujan serta sensor

kelembapan. Keluaran dari sensor-sensor ini akan menjadi input untuk Arduino Mega 2650 sebagai pengolah data, lalu data yang telah diproses oleh Arduino akan ditransmisikan menggunakan transmitter ke daratan. Dimana data tersebut akan diterima receiver dan akan diolah lebih lanjut. Board lalu dicetak menjadi PCB sehingga dapat dipasang komponen-komponen dari system minimum seperti yang dapat terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Tampilan Minimum system buoyweather

3.4 PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem yang dimaksud adalah dimana akan dilakukan pengujian apakah system yang sudah dibuat apakah system berjalan dengan baik yaitu sensor dapat melakukan pembacaan. Kemudian apabila data yang didapat dari pembacaan sudah valid maka akan dilakukan pengambilan data di Kolam 8 kampus ITS Sukolilo.

3.5 VALIDASI DATA

Validasi data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang terbaca oleh sensor benar merupakan data yang sebenarnya pada lapangan uji. Validasi dilakukan dengan membandingkan data

yang terbaca menggunakan sensor yang telah terkalibrasi dan memenuhi standar.

3.6 ANALISIS PERFORMANSI SISTEM

Setelah hasil simulasi sesuai dengan yang diharapkan yakni system berjalan dengan baik maka akan dilakukan analisis performansi sensor dengan menganalisis data output yang ada dan membandingkan dengan kondisi di lapangan. Performansi yang dimaksud sama dengan keandalan

Keandalan adalah probabilitas suatu komponen atau system akan bekerja sesuai dengan fungsinya ketika dioperasikan selama periode waktu tertentu (Ebeling, 1997). Keandalan suatu komponen atau alat dapat juga dikatakan sebagai peluang komponen tersebut akan berfungsi sebagaimana mestinya selama paling sedikit sampai jangka waktu tertentu dalam keadaan percobaan tertentu (Ramza & Dewanto, 2013).

Keandalan pada sensor dapat didefinisikan dengan Failure-In-Time (FIT), yang dilambangkan sebagai λ dan dinyatakan dalam kegagalan per 1 milyar jam (Venkatesan, et al., 2016). FIT dapat dicari menggunakan persamaan (2.8):

$$\lambda = \frac{\text{Number of failures}}{\text{Total Operating Time in Hours}}$$

Dari nilai λ , dapat dicari nilai MTBF (Mean Time Between Failures) sebagai berikut (2.6):

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

Setelah itu dapat dihitung keandalan sensor dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$F(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Dimana :

$F(t)$ = Probability density function (pdf)

$R(t)$ = Reliability function

3.7 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Ketika uji performansi system sudah dilakukan sampai tuntas kemudian dilakukan analisa data dengan memanfaatkan hasil dari uji keandalan sensor. Analisa data yang dimaksud adalah data hasil pengukuran dihitung untuk mengetahui keandalan dari system tersebut sehingga dapat dilakukannya pembahasan dengan hasil yang didapatkan.

3.8 KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah semua hasil yang diinginkan tercapai kemudian semua hasil mulai dari studi literatur sampai dengan analisa data maka akan dilakukan penarikan kesimpulan dan saran sekaligus untuk melengkapi laporan penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 ANALISIS DATA

Bab ini akan membahas mengenai analisa performansi system pengukuran cuaca maritim pada buoyweather type II. Analisa data yang digunakan adalah uji data dengan statistik multivariat. Variabel cuaca maritim yang dimonitoring antara lain, yaitu temperatur, kelembaban, arah angin, dan kecepatan angin.

Pada penelitian kali ini yang dilakukan pertama adalah dengan menguji performansi masing-masing sensor terlebih dahulu. Kemudian setelah itu dilakukan pengujian secara keseluruhan sistem dengan mengintegrasikan semua sensor dan mikrokontroller pada plant. Pengujian dilakukan di kolam 8 kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sukolilo. Data yang dianalisa adalah pengambilan data yang dilakukan dengan selang waktu pembacaan sensor 5 menit (Data terlampir).

4.1.1 Uji performansi masing-masing sensor

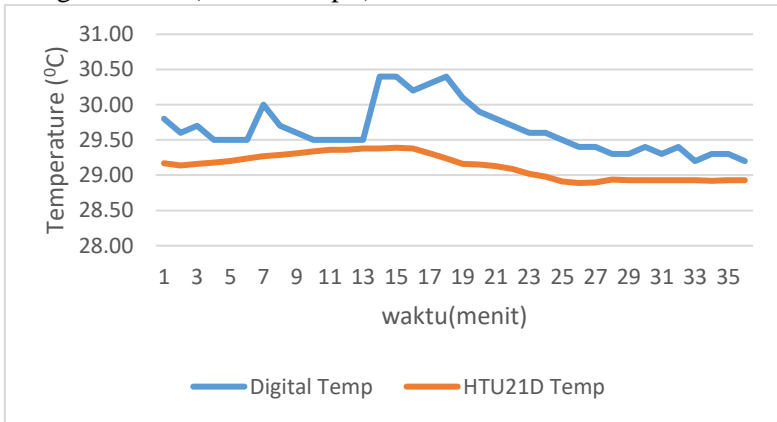
Pengujian performansi sensor dilakukan dengan cara melakukan pengukuran data terlebih dahulu menggunakan masing masing sensor. Disaat yang bersamaan dengan pengambilan data tersebut dilakukan pengambilan data juga dengan menggunakan sensor yang lain sebagai kalibratornya. Setelah semua data didapat kemudian dilakukan pengolahan data dengan cara membandingkan kedua data tersebut sehingga didapat error pembacaan. Nilai error pembacaan tersebut kemudian dilihat apakah melebihi kurang lebih 3% sehingga diketahui apakah sensor tersebut baik atau tidak digunakan pada system pengukuran variable cuaca maritime buoyweather tipe II

Berikut adalah hasil perhitungan data pembacaan masing-masing sensor :

a. **Sensor Temperature dan Kelembaban**

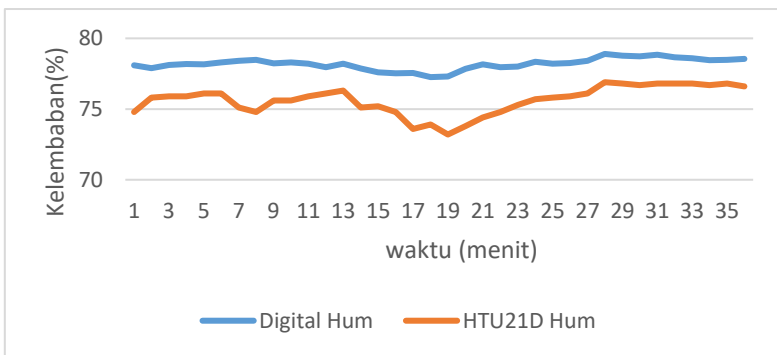
Sensor HTU21D digunakan untuk mengukur temperature dan kelembaban kemudian hasil pembacaan dibandingkan dengan

pembacaan sensor humidity digital kemudian didapan pembacaan sebagai berikut (data terlampir)



Gambar 4. 1 Hasil Pembacaan sensor HTU21D (Temperatur)

Dari data pembacaan sensor digital dan HTU21D pada gambar 4.1 diatas kemudian dihitung berapa perbedaannya setelah itu dirata-rata sehingga didapat nilai error pembacaan temperature adalah 0.516.



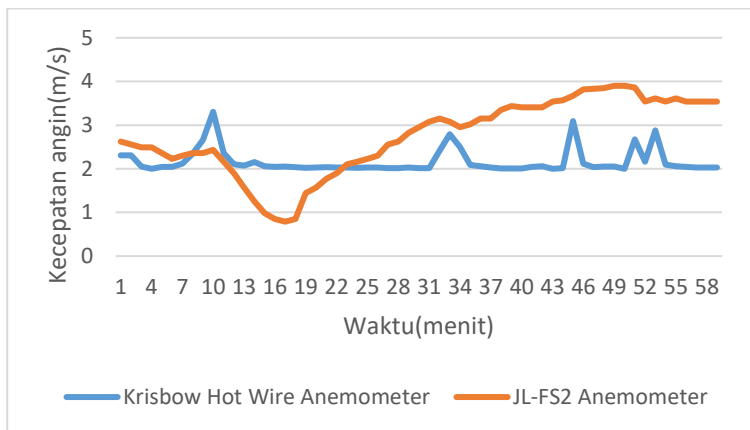
Gambar 4. 2 Hasil Pembacaan sensor HTU21D (Kelembaban)

Dari data pembacaan sensor digital dan HTU21D pada gambar 4.2 diatas kemudian dihitung berapa perbedaannya setelah itu dirata-

rata sehingga didapat nilai error pembacaan kelembaban adalah 2.56. Dengan error sensor sebesar itu maka performansi sensor HTU21D dapat dikatakan baik

b. Sensor Kecepatan angin

Anemometer tipe JL-FS2 digunakan untuk mengukur Kecepatan angin kemudian hasil pembacaan dibandingkan dengan pembacaan anemometer digital *Krisbow Hot Wire Anemometer* kemudian didapat pembacaan sebagai berikut (data terlampir)

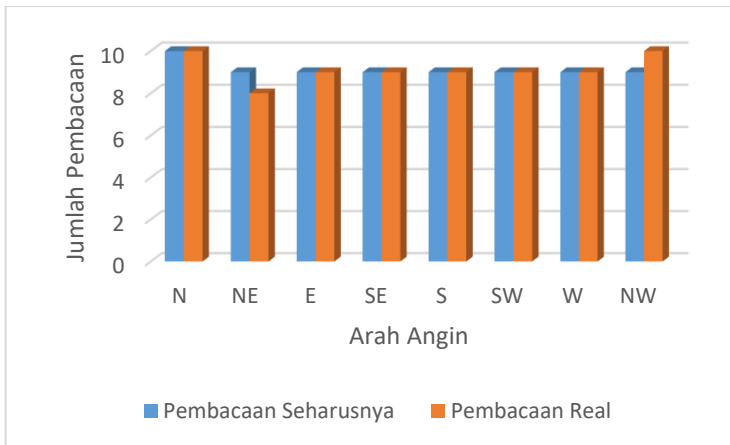


Gambar 4. 3 Hasil pembacaan Anemometer

Dari data pembacaan sensor pada gambar 4.3 (data lampiran C) diperoleh error pembacaan kecepatan angin adalah sebesar 0.88 atau sebesar 2.96%. Dengan error sebesar itu maka performansi sensor Anemometer tersebut dapat dikatakan baik

c. Sensor Arah Angin

Sensor Windvane tipe JL-FS2 digunakan untuk mengukur Kecepatan angin kemudian hasil pembacaan dibandingkan dengan besar bujur derajat kemudian didapat pembacaan sebagai berikut (data terlampir)



Gambar 4.4 Perbandingan Pembacaan Wind Vane dengan Bujur Derajat

Dari data pembacaan sensor pada grafik diatas diperoleh error pembacaan arah angin adalah sebesar 2.73% . Dengan error sebesar itu maka performansi sensor wind vane tersebut dapat dikatakan baik

Setelah dilakukan pengujian masing masing sensor kemudian sensor diuji kembali untuk pembacaan temperatur, *humidity*, serta kecepatan angin di wilayah Surabaya untuk mengetahui apakah sensor mampu dalam membaca nilai ekstrem dari cuaca di wilayah Surabaya. Data yang digunakan berdasarkan data cuaca yang didapat dari BMKG kota Surabaya pada kurun waktu pengukuran 2 tahun yaitu 2015 – 2016.

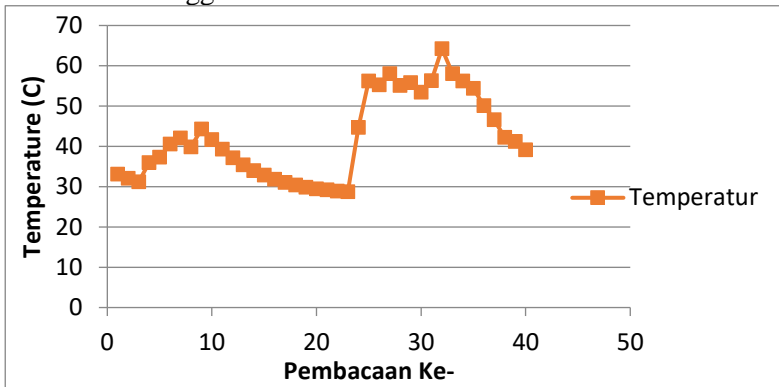
Tabel 4. 1 Nilai Maksimal – Minimal Data Cuaca pada Surabaya tahun 2015 - 2016

Variabel	Nilai	
	Max	Min
Temperatur	36°C	24°C
Kelembaban	97 %	47%
Kecepatan Angin	16 m/s	0 m/s

Data cuaca pada wilayah Surabaya sesuai catatan BMKG pada tahun 2015 – 2016 memiliki nilai maksimal dan minimal berturut-

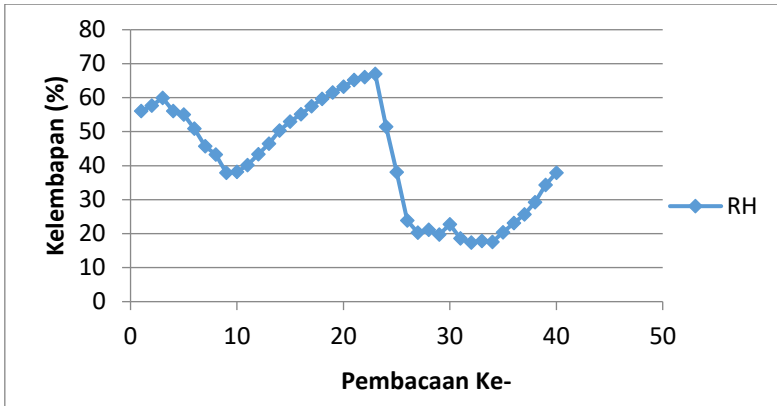
turut sebesar 36°C dan 24°C untuk variabel temperature, 97% dan 47% untuk variabel kelembaban dan sebesar 16 m/s dan 0 m/s variabel kecepatan angin.

Pengambilan data pertama dilakukan pada keadaan ekstrem suhu tinggi sehingga akan menghasilkan data pembacaan sensor dengan suhu tinggi dan kelembaban rendah. Pengambilan data kedua dilakukan pada keadaan ekstrem suhu rendah sehingga akan menghasilkan data pembacaan sensor dengan suhu rendah dan kelembaban tinggi.



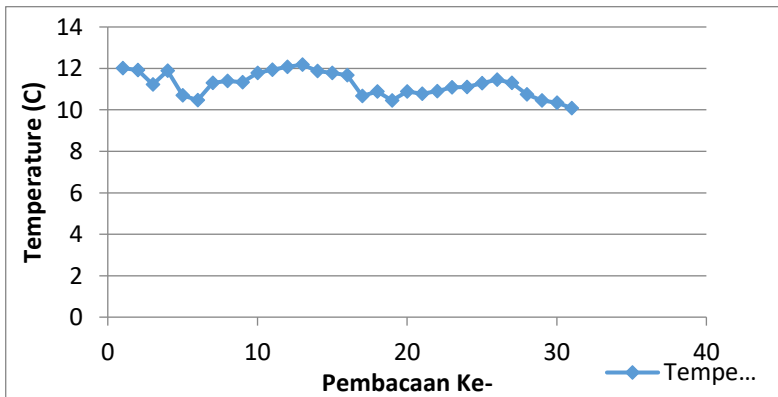
Gambar 4. 5 Data Ekstrem Temperatur Maksimal

Pengukuran data ekstrem untuk suhu tinggi didapatkan pembacaan sensor maksimal sebesar $64,25^{\circ}\text{C}$. Pembacaan ini menunjukkan bahwa sensor dapat digunakan untuk membaca suhu tertinggi di wilayah Surabaya yang memiliki pembacaan suhu maksimal sebesar 36°C .



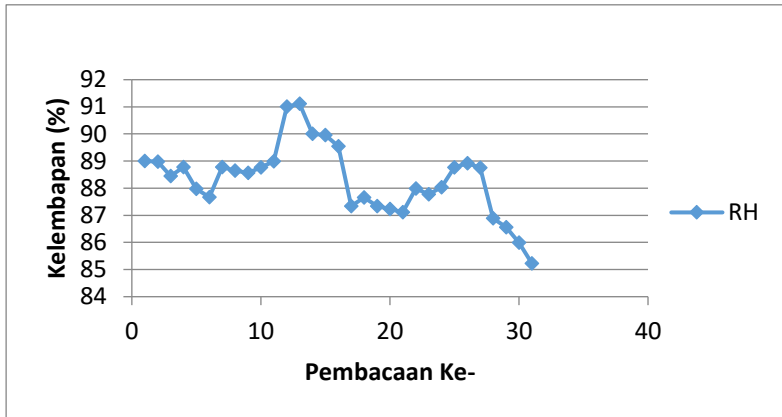
Gambar 4. 6 Data Ekstrem Kelembaban Minimal

Pengukuran data ekstrem untuk suhu tinggi menghasilkan kelembaban yang rendah. Pembacaan sensor HTU21D menghasilkan pembacaan dengan nilai minimal sebesar 17,40% untuk variabel humidity. Hal tersebut membuktikan bahwa sensor dapat membaca kelembaban terendah di wilayah Surabaya yang memiliki pembacaan suhu maksimal sebesar 47 %.



Gambar 4. 7 Data Ekstrem Temperatur Minimal

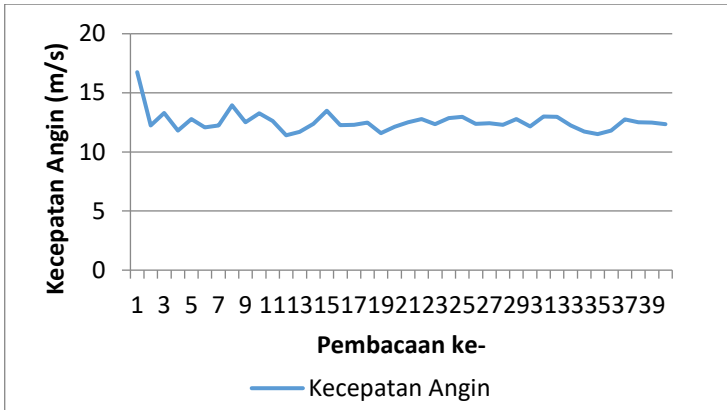
Pengukuran data ekstrem untuk suhu rendah didapatkan pembacaan sensor minimal sebesar 10,09°C. Hal tersebut berarti sensor dapat membaca suhu tertinggi di wilayah Surabaya yang memiliki pembacaan suhu maksimal sebesar 24°C.



Gambar 4. 8 Data Ekstrem Kelembaban Maksimal

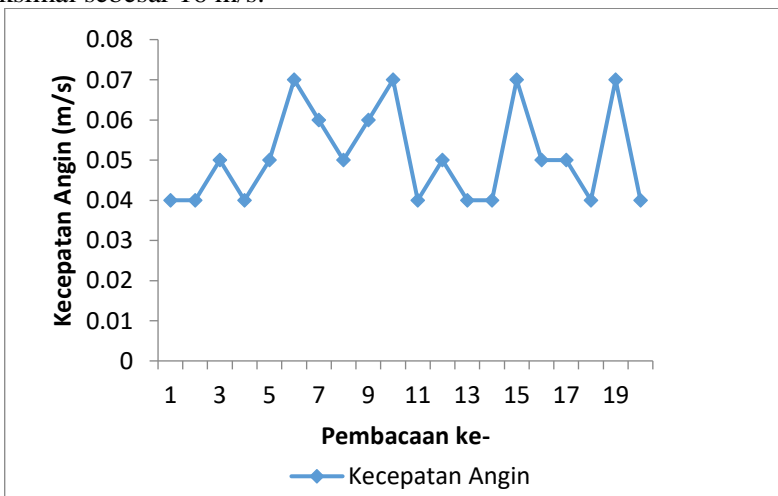
Pengukuran data ekstrem untuk suhu rendah menghasilkan kelembaban yang tinggi. Pembacaan sensor HTU21D menghasilkan pembacaan dengan nilai maksimal sebesar 91,01% untuk variabel humidity. Menurut data cuaca BMKG pengukuran kelembaban paling tinggi di Surabaya sebesar 97 %, sedangkan pembacaan maksimal sensor sebesar 91,01 %. Hal ini menunjukkan jika sensor HTU21D untuk variabel humidity tidak sesuai digunakan di wilayah Surabaya karena nilai pembacaan maksimal sensor tidak sesuai dengan data cuaca BMKG.

Sedangkan, pengambilan data sensor kecepatan angin dilakukan dengan memberikan masukan sensor menggunakan kipas angin untuk mengetahui nilai maksimum pembacaan sensor tersebut.



Gambar 4. 9 Data Ekstrem Kecepatan Angin Maksimal

Pengukuran data ekstrem untuk kecepatan angin maksimal menghasilkan pembacaan dengan nilai maksimal sebesar 16,75 m/s. Hal tersebut berarti anemometer dapat membaca kecepatan angin tertinggi di wilayah Surabaya yang memiliki pembacaan maksimal sebesar 16 m/s.



Gambar 4. 10 Data Ekstrem Kecepatan Angin Maksimal

Pengukuran data ekstrem untuk kecepatan angin minimal menghasilkan pembacaan dengan nilai sebesar 0,4 m/s. Hal tersebut berarti anemometer dapat membaca kecepatan angin tertinggi di wilayah Surabaya yang memiliki pembacaan minimal sebesar 0,4 m/s.

4.1.2 Uji performansi system pengukuran cuaca maritime

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa performansi atau keandalan dari sebuah sensor dapat didefinisikan dengan Failure-In-Time (FIT). Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan melakukan running pada buoyweather di kolam 8 ITS kampus sukolilo yang dilakukan setiap hari selama tujuh hari dengan jangka waktu 8 jam setiap harinya. Pengambilan data 8 jam dalam sehari dilakukan karena power supply yang digunakan pada buoyweather menggunakan baterai lipo 11,1 V untuk memberikan daya kepada system. Selain itu juga dikarenakan factor malam hari yang tidak dilakukan pengambilan data.

Untuk menghitung keandalan dari system bouyweather ini dilakukan perhitungan keandalan system setiap hari. Dengan rentang waktu pengambilan satu data adalah setiap 5 menit maka diperoleh 96 data pembacaan setiap hari. Namun dalam setiap hari pembacaan data tidak selalu berjalan baik dan kadang ada kegagalan pembacaan. Kegagalan pembacaan ini adalah yang akan dihitung dan dijadikan sebagai kegagalan system sehingga keandalan system data dicari (data terlampir).

Dengan menggunakan rumus perhitungan failure rate (laju kegagalan, λ).

$$\lambda = \frac{\text{Number of failures}}{\text{Total Operating Time in Hours}}$$

Setelah itu dapat dihitung keandalan sensor dengan menggunakan persamaan:

$$F(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Dimana :

$F(t)$ = Probability density function (pdf)

$R(t)$ = Reliability function

Dengan jumlah data pembacaan selama 7 hari dalam jangka waktu 56 jam dan pengambilan data setiap 5 menit, diperoleh data sebanyak 478 pembacaan, 194 kali kegagalan pembacaan (data terlampir) maka

$$\lambda = \frac{194}{56} = 2.463917526$$

$$F(t) = e^{-\lambda t} = e^{-2.463917526 \times 56}$$

$$F(t) = 1.19 \times 10^{-60}$$

Dan dengan :

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = 1 - 1.19 \times 10^{-60}$$

$$R(t) = 0,99$$

Maka keandalan system buoy weather tersebut adalah 0,99 atau 99%. Sehingga system dapat dikatakan memiliki keandalan atau performansi yang baik.

4.2 PEMBAHASAN

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa dalam tujuan untuk prediksi cuaca maritime diperlukan beberapa variabel yang diukur yaitu, variabel temperatur udara, variabel kelembaban udara, variabel ketinggian air laut, variabel kecepatan angin, dan variabel arah angin. Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk menganalisa performansi sensor sensor yang digunakan untuk mengukur variable tersebut. Analisa performansi yang dilakukan ada dua macam yaitu pertama menganalisis bagai mana performansi setiap sensor. Kemudian yang kedua adalah dengan menganalisis bagaimana performansi atau keandalan dari system pengukuran variabel cuaca maritime tersebut.

Yang pertama adalah dengan menganalisa performansi setiap sensor. Hal ini dilakukan dengan melakukan pengukuran variable cuaca menggunakan sensor yang akan digunakan di buoyweather dan membandingkan hasil pembacaan dengan sensor yang menjadi kalibrasinya. Pada analisis ini diperoleh performansi setiap sensor dengan nilai error pembacaan untuk temperature sebesar 0.51, error pembacaan kelembaban sebesar 2.56 , error pembacaan kecepatan angin sebesar 0.88, dan error pembacaan arah angin sebesar 2.73% oleh karena itu maka dapat disimpulkan bahwa performansi untuk masing-masing sensor adalah baik.

Kedua dilakukan analisa performansi system dengan cara menjalankan buoy weather di kolam 8 kampus ITS sukolilo selama 7 hari dengan waktu 8 jam setiap harinya. Pengambilan setiap data dilakukan dengan rentang waktu adalah setiap 5 menit dan seharusnya akan diperoleh 96 data pembacaan setiap hari. Pada prakteknya data yang diperoleh perhari tidak mencapai 96 dan jumlah perharinya berbeda-beda hal ini diakibatkan adanya kegagalan pembacaan. Kegagalan pembacaan ini adalah yang akan dihitung dan dijadikan sebagai kegagalan system sehingga keandalan system data dicari. Dari data yang diperoleh maka dapat dihitung nilai keandalan system buoyweather dan diperoleh bahwa keandalan system buoyweather tersebut adalah sebesar 0,99 atau 99%. Sehingga dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa system pengukuran variable cuaca maritime pada buoyweather type II dapat dikatakan memiliki keandalan atau performansi yang baik.

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan dari data pengujian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dengan nilai error pembacaan temperature sebesar 0.51, kelembaban sebesar 2.56 , kecepatan angin sebesar 0.88, dan sensor arah angin sebesar 2.73% maka performansi untuk masing-masing sensor dapat dikatakan baik.
- b. Dengan nilai keandalan system buoyweather tesebut adalah sebesar 0,99 atau 99%. maka system pengukuran variable cuaca maritime pada *buoyweather* type II dapat dikatakan memiliki keandalan atau performansi yang baik.

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan untuk perbaikan kedepannya ataupun penelitian berikutnya adalah

- a. Power supply lebih diperhatikan lagi dengan menambah daya agar bertahan lebih lama atau bias dengan memperbaiki system photovoltaic yang sudah ada agar waktu pengambilan data bisa lebih lama
- b. Pada saat pengambilan data keseluruhan selanjutnya, jangka waktu pengambilan data diperbanyak agar data yang digunakan untuk perhitungan keandalan lebih banyak dan hasil perhitungan lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianus, T., & Febriken. (2013). Permasalahan Indonesia sebagai Negara Kepulauan. *Universitas Diponegoro, Semarang*.
- Fajriyah, R. R. (2016). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Angin pada Buoy Weather untuk Membangun Prediktor Cuaca Maritim Real Time.
- Harisuryo, R. (2015). Sistem Pengukuran Data Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara dengan Telemetry berbasis Frekuensi Radio. *Semarang*.
- Kurniawan, T., Arifin, S., & Abadi, I. (2012). Rancang Bangun Maritim Buoy Weather untuk Mendukung Sistem Informasi Cuaca Maritim di Pelabuhan Tanjung Perak. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1*, 1-6.
- Pesma, R. A. (2013). Rancang Bangun Alat Ukur Kelajuan dan Arah angin berbasis Microcontroller ATmega8535 Menggunakan Sistem Sensor Cahaya. *Padang*.
- Pitartyanti, M. (2014). Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Prototipe Buoy Weather Type II Berbasis Mikrokontroler.
- Prabowo, A. T. (2010). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20KV pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11.
- Pradana, H. W. (2008). Pengantar Keandalan Sistem. 1-4.
- Sururi, A. B., & Mawarani, L. J. (2010). Analisa Performansi Sensor pH berbasis Fiber Optik Berdasarkan Pengamatan Kondisi Sol-Gel pada Optrode. *Surabaya*, 1-7.
- Suryadharma, R. E., Arifin, S., & Rahmadiansah, A. (2016). Integrasi Sistem Akuisisi Data pada Buoy Weather Station Type II. *Surabaya*.

Wijayanti, D. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan dan Arah Angin berbasis Arduino UNO ATMEGA 328P. *Surabaya*.

LAMPIRAN

Lampiran A

Kodingan pada arduino

a. Koding Utama

```
#include <SdFat.h>
#include "RTCLib.h"
#include <Wire.h>
#include <stdio.h>
#include "Adafruit_HTU21DF.h" //HTU21D

//anemometer
#include <math.h>;
int pin = A1;
unsigned int Adc;
float Volt;
float Volt2;
float kecepatan1,kecepatan2;

//windvane
int VaneValue;
int Direction;
int CalDirection;
int LastValue;
#define Offset 0;
#include <String.h>
String arah;

//rain gauge
#define RainPin 2 //Rain Gauge
bool bucketPositionA = false;           // one of the two positions
of tipping-bucket
const double bucketAmount = 0.01610595; // inches equivalent
of ml to trip tipping-bucket
```

```

double dailyRain = 0.0;           // rain accumulated for the day
double hourlyRain = 0.0;         // rain accumulated for one
hour
double dailyRain_till_LastHour = 0.0; // rain accumulated for
the day till the last hour
bool first;                       // as we want readings of the (MHz)
loops only at the 0th moment

```

```

int SD_CS= 53;
RTC_DS1307 RTC;
Adafruit_HTU21DF htu = Adafruit_HTU21DF(); //HTU21D
String file_name= "";
char foldername[]= "03/03";
char filename[]= "HHMMSS.txt";
int i=2;
int seconds =0;
SdFat SD;
SdFile file;

```

```

char nowmonth[3];
char nowday[3];
char new_date=0;
char new_time=0;

```

```

void dateTime(uint16_t* date,uint16_t* time)
{
  //RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
  DateTime now= RTC.now();

  *date= FAT_DATE(now.year(), now.month(), now.day());
  *time= FAT_DATE(now.hour(), now.minute(), now.second());
}

```

```

const byte chipSelect = 4;

```

```

void setup()
{
  LastValue = 1;
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  RTC.begin();
  Serial.print("Initializing SD card...");
  pinMode(53, OUTPUT);

  if (!SD.begin(53))
  {
    Serial.println("initialization failed!");
    return;
  }

  Serial.println("initialization done.");
  DateTime now = RTC.now();

  if (!htu.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find sensor!");
    while (1);
  }

  foldername[0] = now.month()/10 + '0'; //To get 1st digit from
month()
  foldername[1] = now.month()%10 + '0'; //To get 2nd digit from
month()
  foldername[2] = now.day()/10 + '0'; //To get 1st digit from day()
  foldername[3] = now.day()%10 + '0'; //To get 2nd digit from
day()

  filename[0] = now.hour()/10 + '0'; //To get 1st digit from hour()
  filename[1] = now.hour()%10 + '0'; //To get 2nd digit from
hour()

```

```

    filename[2] = now.minute()/10 + '0'; //To get 1st digit from
minute()
    filename[3] = now.minute()%10 + '0'; //To get 2nd digit from
minute()
    filename[4] = now.second()/10 + '0'; //To get 1st digit from
minute()
    filename[5] = now.second()%10 + '0'; //To get 2nd digit from
minute()

```

```

Serial.println(foldername);
Serial.println(filename);

```

```

sprintf(nowmonth,"%02d",now.month());
sprintf(nowday,"%02d",now.day());

```

```

//make Folders
SD.mkdir(nowmonth);

```

```

char nowmonth_[4];
sprintf(nowmonth_,"/%2s",nowmonth);
SD.chdir(nowmonth_);

```

```

SD.mkdir(nowday);

```

```

char monthday_[7];
sprintf(monthday_,"/%2s/%2s",nowmonth,nowday);
SD.chdir(monthday_);
}

```

```

String hari,sekarang;

```

```

void loop()
{
    baca_vane();

```

```

baca_anemo();

DateTime now = RTC.now();
sekarang = String (now.day());
if (sekarang!=hari){
filename[0] = now.hour()/10 + '0'; //To get 1st digit from hour()
filename[1] = now.hour()% 10 + '0'; //To get 2nd digit from
hour()
filename[2] = now.minute()/10 + '0'; //To get 1st digit from
minute()
filename[3] = now.minute()% 10 + '0'; //To get 2nd digit from
minute()
filename[4] = now.second()/10 + '0'; //To get 1st digit from
minute()
filename[5] = now.second()% 10 + '0'; //To get 2nd digit from
minute()
  Serial.println(filename);
}

file.open (filename, O_CREAT | O_RDWR | O_AT_END);

Serial.print(htu.readTemperature());
Serial.print(" ,");
Serial.print("\t\t");
Serial.print(htu.readHumidity());
Serial.print(" ,");
Serial.print("\t\t");
Serial.print(kecepatan1);
Serial.print(" ,");
Serial.print("\t\t");
Serial.print(CalDirection);
Serial.print(" ,");
Serial.print("\t\t");
Serial.print(getHeading(CalDirection));
Serial.print(" ,");
Serial.print("\t\t");

```

```

Serial.print(String(now.year()) + (now.month()) + (now.day()) );
Serial.print(" ,");
Serial.print("\t\t");
Serial.print(String(now.hour()) + (now.minute())
+(now.second()));
Serial.print(" ,");
Serial.print("\t\t");
Serial.println(int((now.second())/90));

file.print(htu.readTemperature());
file.print(" ,");
file.print("\t\t");
file.print(htu.readHumidity());
file.print(" ,");
file.print("\t\t");
file.print(kecepatan1);
file.print(" ,");
file.print("\t\t");
file.print(CalDirection);
file.print(" ,");
file.print("\t\t");
file.print(arah);
file.print(" ,");
file.print("\t\t");
file.print(String(now.year()) + (now.month()) + (now.day()));
file.print(" ,");
file.print("\t\t");
file.print(String(now.hour()) + (now.minute()) +(now.second()));
file.print(" ,");
file.print("\t\t");
file.println(String((now.second())/10));

hari = String(now.day());

file.close();

```

```

delay (10000);
}

```

b. Koding void loop untuk anemometer

```

void baca_anemo(){
  int Adc = analogRead(A1);
  Volt = (float(Adc)*5)/1023;
  kecepatan1 = (float(Volt)*6); //range 0-30
  kecepatan2 = (float(kecepatan1)*1);
}

```

c. Koding void loop untuk windvane

```

String getHeading(int direc) {
  String arah;
  if(direc < 22)
    arah="$ N ";
  else if (direc < 67)
    arah= "$ NW ";
  else if (direc < 112)
    arah= "$ E ";
  else if (direc < 157)
    arah="$ SE ";
  else if (direc < 212)
    arah= "$ S ";
  else if (direc < 247)
    arah= "$ SW ";
  else if (direc < 292)
    arah= "$ W ";
  else if (direc < 337)
    arah= "$ NE ";
  else
    arah= "$ N ";

  return arah;
}

```

```
void baca_vane(){
  VaneValue = analogRead(A0);
  Direction = map(VaneValue, 0, 1023, 0, 360);
  CalDirection = Direction + Offset;

  if(CalDirection > 360)
    CalDirection = CalDirection - 360;

  if(CalDirection < 0)
    CalDirection = CalDirection + 360;
  if(abs(CalDirection - LastValue) > 5);
  LastValue = CalDirection;
}
```


Lampiran B

Data pembacaan sensor HTU21D dan

temperatur		HTU21D	
Temperatur	Kelembaban	Temperatur	Kelembaban
29.80	74.80	29.17	78.09
29.60	75.80	29.14	77.89
29.70	75.90	29.16	78.12
29.50	75.90	29.18	78.19
29.50	76.10	29.2	78.17
29.50	76.10	29.24	78.29
30.00	75.10	29.27	78.41
29.70	74.80	29.29	78.48
29.60	75.60	29.31	78.23
29.50	75.60	29.34	78.29
29.50	75.90	29.36	78.2
29.50	76.10	29.36	77.97
29.50	76.30	29.38	78.2
30.40	75.10	29.38	77.87
30.40	75.20	29.39	77.6

30.20	74.80	29.38	77.54
30.30	73.60	29.31	77.56
30.40	73.90	29.24	77.26
30.10	73.20	29.16	77.3
29.90	73.80	29.15	77.85
29.80	74.40	29.13	78.17
29.70	74.80	29.09	77.97
29.60	75.30	29.02	78
29.60	75.70	28.98	78.35
29.50	75.80	28.91	78.21
29.40	75.90	28.89	78.26
29.40	76.10	28.9	78.41
29.30	76.90	28.94	78.9
29.30	76.80	28.93	78.78
29.40	76.70	28.93	78.72
29.30	76.80	28.93	78.84
29.40	76.80	28.93	78.67

29.20	76.80	28.93	78.6
29.30	76.70	28.92	78.45
29.30	76.80	28.93	78.47
29.20	76.60	28.93	78.54

Lampiran C

Data pembacaan sensor *Krisbow Hot Wire Anemometer* dan JL-FS2 Anemometer :

<i>Krisbow Hot Wire Anemometer</i>	JL-FS2 Anemometer
2.311	2.62
2.311	2.56
2.055	2.49
2.002	2.49
2.044	2.36
2.046	2.23
2.116	2.3
2.342	2.36
2.657	2.36
3.306	2.43
2.357	2.16
2.1	1.9
2.073	1.57
2.154	1.25
2.062	0.98
2.046	0.85
2.053	0.79
2.039	0.85
2.024	1.44
2.029	1.57
2.037	1.77
2.032	1.9
2.033	2.1
2.024	2.16
2.026	2.23

2.027	2.3
2.014	2.56
2.014	2.62
2.031	2.82
2.018	2.95
2.013	3.08
2.413	3.15
2.79	3.08
2.496	2.95
2.09	3.02
2.057	3.15
2.028	3.15
2.011	3.35
2.008	3.44
2.009	3.41
2.046	3.41
2.058	3.41
2	3.54
2.015	3.57
3.09	3.67
2.117	3.82
2.038	3.83
2.054	3.85
2.054	3.9
2	3.9
2.675	3.86
2.158	3.54
2.879	3.61
2.094	3.54

2.06	3.61
2.046	3.54
2.028	3.54
2.027	3.54
2.029	3.54

Lampiran D

Bacaan sensor sesuai putaran

Putaran (derajat)	Arah angin
0-22	N
22-67	NE
67-112	E
112-157	SE
157-202	S
202-247	SW
247-292	W
292-337	NW
337-360	N

Data pembacaan sensor *Wind Vane* JL-FS2

Putaran(derajat)	Wind Vane
0	N
5	N
10	N
15	N
20	N
25	N
30	NE
35	NE
40	NE
45	NE
50	NE
55	NE
60	NE

65	NE
70	E
75	E
80	E
85	E
90	E
95	E
100	E
105	E
110	E
115	SE
120	SE
125	SE
130	SE
135	SE
140	SE
145	SE
150	SE
155	SE
160	S
165	S
170	S
175	S
180	S
185	S
190	S
195	S
200	S
205	SW

210	SW
215	SW
220	SW
225	SW
230	SW
235	SW
240	SW
245	SW
250	W
255	W
260	W
265	W
270	W
275	W
280	W
285	W
290	W
295	NW
300	NW
305	NW
310	NW
315	NW
320	NW
325	NW
330	NW
335	NW
340	NW
345	N
350	N
355	N

360	N
-----	---

Lampiran E

Data pembacaan buoyweather

Hari ke 1

temp	Hum	speed	Arah angin
27.78	84.95	0.38	N
27.78	84.91	0.06	N
27.78	85.01	0.09	N
27.78	84.99	0.09	N
27.78	85	0.06	N
27.79	84.97	0.09	N
27.79	84.96	0.06	SW
27.78	85.03	0.09	SW
27.78	85.01	0.06	NE
27.78	85.01	0.09	N
27.78	85.07	0.09	S
27.79	85.08	0.06	SW
27.79	85.05	0.09	SW
27.79	85.1	0.06	SW
27.79	85.12	0.06	NE
27.79	85.12	0.09	N
27.79	85.15	0.09	N
27.79	85.16	0.06	NE
27.79	85.2	0.06	E
27.79	85.19	0.09	E
27.79	85.24	0.09	SE
27.8	85.2	0.09	SE
27.81	85.18	0.09	S
27.8	85.25	0.06	S
27.8	85.21	0.09	N

27.8	85.29	0.06	N
27.8	85.25	0.09	SW
27.8	85.3	0.06	N
27.82	85.33	0.09	NE
27.8	85.31	0.06	N
27.81	85.29	0.06	S
27.8	85.34	0.09	S
27.8	85.34	0.06	SW
27.81	85.25	0.06	S
27.81	85.33	0.09	S
27.81	85.32	0.09	S
27.81	85.32	0.06	S
27.8	85.36	0.06	SW
27.8	85.33	0.06	SW
27.81	85.37	0.09	N
27.81	85.38	0.09	SW
27.81	85.36	0.09	S
27.8	85.38	0.06	S
27.81	85.36	0.09	SW
27.81	85.36	0.09	S
27.81	85.37	0.06	SW
27.81	85.39	0.09	SW
27.81	85.38	0.06	SW
27.81	85.42	0.06	N
27.81	85.44	0.06	N
27.81	71.71	0.62	N
27.81	71.83	0.18	N
27.81	72.11	0.18	N
27.81	72.42	0.18	SW

Hari ke 2

temp	Hum	speed	Arah angin
30.4	87.55	0.76	N
32.93	87.52	0.32	N
31.59	87.52	0.35	SW
32.84	87.52	0.38	N
31.26	87.51	0.38	NE
31.27	87.54	0.38	N
31.14	87.59	0.38	S
31.25	87.52	0.38	S
30.54	87.53	0.38	SW
31.12	87.52	0.38	S
32.59	87.56	0.38	S
31.52	87.62	0.35	S
31.15	87.63	0.38	S
32.1	87.59	0.38	SW
31.25	87.59	0.38	SW
31.23	87.56	0.41	N
31.54	87.49	0.41	SW
31.06	87.56	0.38	S
31.31	87.58	0.38	S
30.9	87.52	0.38	SW
31.25	87.46	0.38	S
30.9	87.46	0.38	SW
30.72	87.52	0.35	SW
31.59	87.53	0.35	SW
33.27	87.52	0.38	N
33.34	87.56	0.38	N
31.57	87.52	0.41	N

31.37	87.56	0.38	N
32.26	87.55	0.38	N
31.31	87.62	0.38	SW
31.27	87.62	0.38	SW
31.59	87.65	0.41	SW
32.1	87.62	0.38	SW
31.71	87.64	0.38	SW
32.11	87.68	0.38	SW
32.08	87.69	0.38	N
33.07	87.72	0.38	N
33.15	87.69	0.38	N
33.34	87.69	0.38	N
33.29	87.64	0.35	N
32.7	87.72	0.38	N
32.1	87.65	0.38	N
32.02	87.71	0.38	SE
31.9	87.72	0.41	SE
32.52	87.74	0.38	SE
32.43	87.71	0.38	E
32.59	87.66	0.38	S
31.94	87.66	0.38	S
31.86	87.69	0.41	S
31.87	87.73	0.41	S
31.73	87.67	0.38	S
31.9	87.65	0.38	SE
32.35	87.65	0.38	SE
32.63	87.72	0.97	SE
32.09	87.61	1	S
31.99	87.57	0.73	S

32.04	87.58	0.7	SE
31.93	87.55	1	E
32.23	87.64	0.65	E
32.68	87.56	0.62	E
32.85	87.62	0.65	SE
32.32	87.51	0.59	E
31.98	87.56	0.5	E
31.86	87.59	0.5	E
32.34	87.6	0.56	SE
32.25	87.69	0.56	SE
32.02	87.64	0.62	S
32.37	87.66	0.67	SE
32.37	87.65	0.53	N
32.2	87.72	0.44	S
32.12	87.64	0.65	NE
32.69	87.65	0.59	N
32.56	87.7	0.65	S

Hari ke 3

temp	Hum	speed	Arah angin
28.73	84.89	0.09	N
28.73	84.93	0.09	N
28.75	84.98	0.09	SW
28.77	84.94	0.09	N
28.77	84.78	0.09	NE
28.77	84.76	0.09	N
28.78	84.66	0.09	S
28.8	84.65	0.12	S
28.82	84.56	0.12	SW
28.82	84.5	0.09	S

28.83	84.44	0.09	S
28.85	84.39	0.09	S
28.85	84.44	0.09	S
28.85	84.43	0.09	SW
28.86	84.48	0.09	SW
28.87	84.56	0.09	N
28.88	84.46	0.09	SW
28.88	84.44	0.09	S
28.89	84.53	1.09	S
28.9	84.51	0.79	SW
28.89	84.43	0.59	S
28.91	84.29	0.59	SW
28.91	84.15	0.59	SW
28.91	84.06	0.29	SW
28.93	84	0.29	N
28.93	83.96	0.29	N
28.93	84.02	0.29	N
28.92	83.98	0.29	N
28.94	84.21	0.09	N
28.95	84.29	0.09	SW
28.95	84.34	0.09	SW
28.95	84.3	0.09	SW
28.98	84.27	0.09	SW
28.99	84.37	0.09	SW
29.03	82.15	0.12	SW
29	82.23	0.12	N
28.99	82.22	0.12	N
28.97	82.34	0.12	N
28.97	82.48	0.12	N

28.93	82.63	0.12	N
28.94	82.76	0.09	N
28.92	82.87	0.09	N
28.9	82.99	0.09	SE
28.89	83.08	0.09	SE
28.88	83.18	0.09	SE
28.88	83.25	0.09	E
28.85	83.39	0.09	S
28.84	83.48	0.09	S
28.84	83.54	0.09	S
28.82	83.6	0.09	S
28.8	83.63	0.09	S
27.37	82.76	0.09	SE
27.38	82.76	0.09	SE
27.39	82.79	0.09	SE
27.41	82.89	0.09	S
27.41	82.9	0.09	S
27.41	82.57	0.09	SE
27.41	82.51	0.09	E
27.43	82.67	0.09	E
27.42	82.67	0.09	E
27.41	82.67	0.09	SE
27.41	82.6	0.09	E
27.41	82.5	0.09	E

Hari ke 4

temp	Hum	speed	Arah angin
34.03	65.96	0.12	NE
33.93	64.45	0.09	NE
33.93	63.73	0.09	N

33.92	63.1	0.09	SW
33.89	62.96	0.09	SW
34.01	64.53	0.09	SW
34.02	64.27	0.09	N
34.07	65.81	0.09	SE
34.07	66.12	0.09	S
34.15	65.54	0.09	SE
34.19	65.53	0.09	E
34.14	65.16	0.09	SE
34.1	64.45	0.09	S
34.23	64.64	0.12	SW
34.45	64.61	0.12	NE
34.65	64.44	0.09	SW
34.83	64.9	0.09	S
35.08	63.87	0.09	SW
35.28	63.15	0.09	S
35.56	62.58	0.12	S
35.74	63.23	0.09	S
35.9	61.4	0.09	E
35.99	60	0.09	S
36.11	59.14	0.09	E
36.39	59.07	0.09	E
36.53	57.85	0.09	E
36.67	58.1	0.09	S
36.73	57.69	0.09	SW
36.58	56.67	0.09	SW
36.24	56.53	0.09	SE
36.13	56.74	0.09	SE
36.06	57.34	0.09	E

36.13	58.04	0.09	NE
36.15	57.58	0.09	SW
36.19	58.74	0.09	SW
36.25	58.47	0.09	SW
36.25	57.93	0.09	SW
36.19	57.51	0.09	SW
36.14	57.3	0.09	SW
36.04	57.46	0.09	N
35.83	57.43	0.09	NE
35.62	58.32	0.09	N
35.36	58.88	0.09	SW
35.08	60.07	0.09	NE
34.67	60.91	0.09	E
34.36	61.76	0.09	E
34.08	63.29	0.09	E
33.85	63.63	0.09	E
33.62	64.05	0.09	E
33.48	64.4	0.09	E
29.41	79.83	0.09	E
29.41	79.77	0.09	E
29.43	79.69	0.09	E
29.45	79.63	0.09	E
29.46	79.51	0.09	E
29.48	79.4	0.09	E
29.49	79.29	0.09	E
29.5	79.16	0.09	E
29.51	79.08	0.79	E
29.53	79	0.59	E
29.53	78.95	0.44	E
29.54	78.9	0.29	E

29.54	78.83	0.23	E
29.56	78.79	0.23	E
29.56	78.74	0.23	E
29.57	78.71	0.23	E

Hari ke 5

temp	Hum	speed	Arah angin
28.31	86.74	0.44	N
28.34	86.66	0.44	N
28.38	86.56	0.44	N
28.38	86.43	0.44	N
28.41	86.18	0.44	N
28.41	86.03	0.47	N
28.43	85.84	0.47	SW
28.47	85.94	0.35	SW
28.47	85.86	1.03	NE
28.49	85.88	0.76	N
28.53	85.91	0.56	S
28.54	86.22	0.56	SW
28.57	86.38	0.56	SW
28.58	86.31	0.29	SW
28.6	86.07	0.29	NE
28.62	85.9	0.29	N
28.63	85.65	0.09	N
28.64	85.46	0.09	NE
28.67	85.29	0.09	E
28.67	85.18	0.09	E
28.69	85.11	0.09	SE

28.69	85.04	0.12	SE
28.7	85.05	0.09	S
28.72	85.01	0.09	S
28.73	84.89	0.09	N
28.73	84.93	0.09	N
28.75	84.98	0.09	SW
28.77	84.94	0.09	N
28.77	84.78	0.09	NE
28.77	84.76	0.09	N
28.78	84.66	0.09	S
28.8	84.65	0.12	S
28.82	84.56	0.12	SW
28.82	84.5	0.09	S
28.83	84.44	0.09	S
28.85	84.39	0.09	S
28.85	84.44	0.09	S
28.85	84.43	0.09	SW
28.86	84.48	0.09	SW
28.87	84.56	0.09	N
28.88	84.46	0.09	SW
28.88	84.44	0.09	S
28.89	84.53	1.09	S
28.9	84.51	0.79	SW
28.89	84.43	0.59	S
28.91	84.29	0.59	SW
28.91	84.15	0.59	SW
28.91	84.06	0.29	SW
28.93	84	0.29	N
28.93	83.96	0.29	N
28.93	84.02	0.29	N

28.92	83.98	0.29	N
28.94	84.21	0.09	N
28.95	84.29	0.09	SW
28.95	84.34	0.09	SW
28.95	84.3	0.09	SW
28.98	84.27	0.09	SW
28.99	84.37	0.09	SW
29.03	82.15	0.12	SW
29	82.23	0.12	N
28.99	82.22	0.12	N
28.97	82.34	0.12	N
28.97	82.48	0.12	N
28.93	82.63	0.12	N
28.94	82.76	0.09	N
28.92	82.87	0.09	N
28.9	82.99	0.09	SE
28.89	83.08	0.09	SE
28.88	83.18	0.09	SE
28.88	83.25	0.09	E
28.85	83.39	0.09	S
28.84	83.48	0.09	S
28.84	83.54	0.09	S

Hari ke 6

temp	Hum	speed	Arah angin
30.02	87.55	0.76	N
30.03	87.52	0.32	N
30.03	87.52	0.35	SW

30.02	87.52	0.38	N
30.01	87.51	0.38	NE
30.02	87.54	0.38	N
30.02	87.59	0.38	S
30.02	87.52	0.38	S
30.02	87.53	0.38	SW
30.02	87.52	0.38	S
30.02	87.56	0.38	S
30.03	87.62	0.35	S
30.03	87.63	0.38	S
30.02	87.59	0.38	SW
30.03	87.59	0.38	SW
30.03	87.56	0.41	N
30.04	87.49	0.41	SW
30.04	87.56	0.38	S
30.04	87.58	0.38	S
30.05	87.52	0.38	SW
30.05	87.46	0.38	S
30.05	87.46	0.38	SW
30.05	87.52	0.35	SW
30.05	87.53	0.35	SW
30.05	87.52	0.38	N
30.04	87.56	0.38	N
30.04	87.52	0.41	N
30.04	87.56	0.38	N
30.04	87.55	0.38	N
30.05	87.62	0.38	SW
30.05	87.62	0.38	SW
30.06	87.65	0.41	SW
30.06	87.62	0.38	SW

30.06	87.64	0.38	SW
30.06	87.68	0.38	SW
30.08	87.69	0.38	N
30.07	87.72	0.38	N
30.07	87.69	0.38	N
30.07	87.69	0.38	N
30.07	87.64	0.35	N
30.08	87.72	0.38	N
30.07	87.65	0.38	N
30.09	87.71	0.38	SE
30.08	87.72	0.41	SE
30.08	87.74	0.38	SE
30.08	87.71	0.38	E
30.09	87.66	0.38	S
30.08	87.66	0.38	S
30.09	87.69	0.41	S
30.09	87.73	0.41	S
30.1	87.67	0.38	S
30.1	87.65	0.38	SE
30.1	87.65	0.38	SE
30.09	87.72	0.97	SE
30.09	87.61	1	S
30.08	87.57	0.73	S
30.07	87.58	0.7	SE
30.07	87.55	1	E
30.07	87.64	0.65	E
30.08	87.56	0.62	E
30.08	87.62	0.65	SE
30.05	87.51	0.59	E

30.07	87.56	0.5	E
30.07	87.59	0.5	E
30.07	87.6	0.56	SE

Hari ke 7

temp	Hum	speed	Arah angin
29.87	84.95	0.38	N
29.87	84.91	0.06	N
29.87	85.01	0.09	N
29.87	84.99	0.09	N
29.86	85	0.06	N
29.86	84.97	0.09	SW
29.86	84.96	0.06	SW
29.85	85.03	0.09	SW
29.81	85.01	0.06	SW
29.82	85.01	0.09	SW
29.82	85.07	0.09	SW
29.81	85.08	0.06	N
29.81	85.05	0.09	N
29.81	85.1	0.06	N
29.81	85.12	0.06	N
29.8	85.12	0.09	N
29.81	85.15	0.09	N
29.8	85.16	0.06	N
29.8	85.2	0.06	SE
29.78	85.19	0.09	SE
29.8	85.24	0.09	SE
29.79	85.2	0.09	E

29.79	85.18	0.09	S
29.77	85.25	0.06	S
29.78	85.21	0.09	S
29.78	85.29	0.06	S
29.77	85.25	0.09	S
29.78	85.3	0.06	SE
29.77	85.33	0.09	SE
29.77	85.31	0.06	SE
29.77	85.29	0.06	S
29.77	85.34	0.09	S
29.78	85.34	0.06	SE
29.77	85.25	0.06	E
29.77	85.33	0.09	E
29.76	85.32	0.09	E
29.75	85.32	0.06	SE
29.76	85.36	0.06	E
29.76	85.33	0.06	E
29.76	85.37	0.09	E
29.76	85.38	0.09	SE
29.77	85.36	0.09	SE
29.75	85.38	0.06	S
29.75	85.36	0.09	SE
29.75	85.36	0.09	N
29.75	85.37	0.06	S
29.75	85.39	0.09	NE
29.74	85.38	0.06	N
29.75	85.42	0.06	S
29.73	85.44	0.06	S
31.93	71.71	0.62	E

31.94	71.83	0.18	E
31.94	72.11	0.18	E
31.95	72.42	0.18	S
31.98	72.78	0.18	SW
31.99	72.77	0.18	S
32	72.52	0.18	S
31.98	71.86	0.18	N
31.99	71.64	0.18	N
32	71.51	0.18	N
31.99	71.4	0.18	N
31.99	71.69	0.18	SW
31.96	71.69	0.18	SW
31.95	71.18	0.18	SW
31.9	71.27	0.65	SW
31.89	71.21	0.62	SW
31.88	71.19	1.06	E
31.89	71.06	0.35	E
31.88	70.85	0.29	N
31.85	70.82	0.18	NE
31.85	71.08	0.18	NE
31.84	71.21	0.18	NE
31.86	71.19	0.18	NE
31.85	70.92	0.18	N
31.87	70.79	1.06	SW
31.83	70.68	0.41	SW
31.81	70.89	0.18	SW
31.73	70.6	0.18	N
31.69	70.6	0.18	SE
31.69	70.78	0.18	S
31.69	70.95	0.18	SE

31.72	71.05	0.18	E
31.7	71.17	0.18	SE

Lampiran F

Data pembacaan Keadaan *Extrem*

Tmax	Tmin	Rhmin	Rhmax	Vmax
33.09	12.01	56.05	89	16.75
32.08	11.92	57.66	88.98	12.23
31.2	11.23	59.93	88.45	13.31
35.96	11.89	56.07	88.78	11.82
37.28	10.7	55.03	87.98	12.79
40.53	10.47	50.88	87.67	12.08
42.05	11.3	45.71	88.78	12.23
39.82	11.4	43.29	88.65	13.96
44.31	11.34	37.91	88.56	12.52
41.63	11.79	38.21	88.77	13.26
39.3	11.93	40.15	88.99	12.61
37.16	12.08	43.37	91.01	11.41
35.4	12.18	46.43	91.11	11.7
33.96	11.87	50.33	90.01	12.38
32.86	11.79	52.92	89.96	13.49
31.83	11.67	55.08	89.55	12.26
31.04	10.67	57.44	87.34	12.29
30.35	10.89	59.65	87.66	12.49
29.81	10.45	61.52	87.34	11.58
29.45	10.89	63.27	87.23	12.14
29.19	10.78	65.19	87.11	12.52
28.91	10.9	66.04	87.99	12.79
28.76	11.08	67.02	87.78	12.35
44.69	11.11	51.42	88.03	12.87
56.24	11.29	38.09	88.77	12.96
55.24	11.46	23.84	88.92	12.38
58.04	11.3	20.33	88.75	12.43

55.11	10.75	21.15	86.89	12.29
55.79	10.46	19.76	86.56	12.79
53.4	10.35	22.76	85.99	12.17
56.29	10.09	18.55	85.23	12.99
64.25		17.4		12.96
57.99		17.85		12.23
56.22		17.53		11.73
54.39		20.42		11.52
50.12		23.09		11.82
46.62		25.62		12.76
42.22		29.22		12.52
41.19		34.3		12.49
39.11		37.88		12.35

Biodata Penulis



Penulis bernama lengkap Ricky Ryant Cibara Banjarnahor lahir di Padang Siandomang Sumatera Utara pada tanggal 30 Agustus 1995 dari pasangan bapak Rotua Paradongan Banjarnahor dan ibu Nurkia Sinambela. Penulis merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan di SD Negeri 173420 Pollung (2001-2007), SMP Negeri 3 Pollung (2007-2010), kemudian melanjut di SMA Negeri 2 Saposurung Balige (2010-2013), dan diterima sebagai mahasiswa S1 Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013. Selama menempuh perkuliahan, penulis yang memiliki hobi bermain music dan olahraga ini aktif di berbagai organisasi dan kepanitian baik organisasi kampus maupun luar kampus seperti Persekutuan Mahasiswa Kristen ITS, Mahasiswa Bona Pasogit ITS dan penulis juga aktif sebagai asisten di Laboratorium Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol Departemen Teknik Fisika ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email : ricky13@mhs.ep.its.ac.id.